

Verfahren und Vorrichtung zur digitalen Übertragung von Daten

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur digitalen Übertragung von Daten, wobei die Übertragung durch Modulation einer Trägerfrequenz erfolgt, wie z.B. beim Mobilfunksystem GSM (Global System for Mobile Communication) und durch mindestens zwei unterschiedliche Typen von Störungen gestört wird. Sie betrifft insbesondere ein Verfahren und ein System zur Erkennung von Interferenzsignalen für TDMA- (Time-Division Multiple Access) und/oder FDMA- (Frequency-Division Multiple Access) Übertragung, die zumindest näherungsweise durch Pulsamplitudenmodulation beschreibbar ist. Eine näherungsweise Beschreibbarkeit durch Pulsamplitudenmodulation liegt vor, wenn der sich dabei ergebende Modellierungsfehler weniger als 10 % beträgt. Die Erfindung betrifft überdies einen Halbleiterbaustein, in dem das erfindungsgemäße Verfahren abgelegt ist.

Bei der trägerfrequenzbasierten digitalen Übertragung über dispersive Kanäle, z.B. über einen Mobilfunkkanal, wird das Sendesignal verzerrt und durch Rauschen und/oder Gleichkanal- und/oder Nachbarkanalstörer gestört. Im Empfänger sind somit spezielle Maßnahmen zur Rückgewinnung der gesendeten Daten notwendig, die allgemein als Entzerrung bezeichnet werden.

Die Leistungsfähigkeit des Empfängers im Hinblick auf eine möglichst fehlerfreie Rückgewinnung der gesendeten Daten hängt wesentlich von der Art und der Größe der im Übertragungskanal aufgetragenen Störung ab. Für eine optimale Entzerrung ist eine möglichst genaue Kenntnis der Störung z.B. bzgl. ihrer statistischen Eigenschaften essentiell.

Dominiert im Übertragungskanal z.B. eine Störung durch näherungsweise additives, weißes, gaußverteiltes Rauschen (AWGN), so sind andere Maßnahmen zur optimalen Entzerrung zu ergreifen als bei Anwesenheit eines Gleich- und/oder Nachbarkanalstörers. Im erstgenannten Fall ist das optimale Verfahren zur Entzerrung dispersi-

ver Kanäle die Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung (Maximum-Likelihood Sequence Estimation, MLSE), beschrieben in G.D. Forney, Jr. „Maximum-Likelihood Sequence Estimation of Digital Sequences in the Presence of Intersymbol Interference“, IEEE Transactions on Information Theory, IT-18, 363-378, May 1972, die mittels des Viterbi-Algorithmus durchgeführt werden kann. Im Falle einer Störung z.B. durch Gleichkanalinterferenz lassen sich mit Verfahren wie z.B. Joint MLSE erheblich bessere Ergebnisse erzielen, siehe z.B. K. Giridhar et. al., „Joint Demodulation of Co-channel Signals Using MLSE and MAPSD Algorithms“, Proceedings of IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing. (ICASSP), Minneapolis, 1993, IV-160 – IV-163. Ferner können Verfahren gemäß der EP 1 221 780 erfolgversprechend zum Einsatz kommen.

Es läßt sich somit feststellen, dass sich bei Kenntnis der Art der auf den Übertragungskanal aufgebrauchten Störung (Rauschen oder Interferenz) die Leistungsfähigkeit eines digitalen Übertragungssystems durch die Auswahl des jeweils bestgeeigneten Entzerrungsverfahrens erheblich verbessern lässt. Hier ist insbesondere auch von Bedeutung, dass bei TDMA Übertragung die Störverhältnisse von Zeitschlitz zu Zeitschlitz stark variieren können, womit eine zeitschlitzindividuelle Erkennung eines Interferenzsignals die optimale Leistungsfähigkeit liefert.

Die bisher bekannten Verfahren zur Erkennung von Interferenzsignalen basieren überwiegend auf einer Schätzung des Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnisses (signal-to-interference plus noise, $S/(I+N)$, oder SINR), aus welchem das Vorliegen eines Interferenzsignals abgeleitet wird. Hier lassen sich im wesentlichen vier unterschiedliche Ansätze nennen:

- (1) Interferenz-Projektions-Verfahren (Interference projection, IP)
- (2) Unterraum-basiertes Verfahren (subspace based, SB)
- (3) Auswertung der Autokorrelationsfolge des Empfangssignals
- (4) Auswertung der spektralen Eigenschaften des Empfangssignals

Das Interferenz-Projektions-Verfahren (1), beschrieben zum Beispiel in M. D. Austin, „In-service signal quality estimation for TDMA cellular systems“, *Kluwer Wireless Personal Commun.*, vol. 2, pp. 245-254, 1995, führt eine Schätzung des Signal-zu-

Rausch-plus-Interferenz-Verhältnisses (signal-to-interference plus noise, $S/(I+N)$) durch, wobei jedoch zwischen einer Störung durch z.B. weißes Rauschen und durch Interferenzsignale nicht weiter differenziert wird. Damit ist das dort beschriebene Verfahren, welches zudem einen Schätzwert nur durch Anwendung zeitlicher Mittelung liefert, für die hier angestrebte Anwendung unbrauchbar.

Die Unterraum-basierte Schätzung (2) hat zum Ziel, eine Schätzung des Signal-zu-Interferenz-Verhältnisses zu liefern (signal-to-interference ratio, SIR), beschrieben z.B. in „Subspace based estimation of the signal to interference ratio for TDMA cellular systems“, *IEEE Vehicular Technology Conf.*, Atlanta, GA, pp. 1155 -1159, April 1996. Die Kenntnis dieses Parameters wäre prinzipiell gut geeignet, einen vorliegenden Störer durch einen Vergleich des Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-Verhältnis mit einer geeignet gewählten Schwelle zu erkennen. Allerdings beruht dieses Verfahren auf der Schätzung einer Kovarianzmatrix und setzt somit die Auswertung einer i.d.R. größeren Anzahl von Empfangssignalsequenzen (bei TDMA Systemen: Zeitschlitz) voraus. Eine zeitschlitzbasierte Schätzung würde einen Stichprobenumfang der Größe 1 bedeuten, so dass sich dieses Verfahren ebenfalls als ungeeignet erweist.

Eine weitere Methode zur Erkennung von Interferenzsignalen basiert auf einer Auswertung der Autokorrelationsfolge des aus dem Empfangssignal abgeleiteten Störsignals (3), beschrieben z.B. in der EP 1 158 684 A1 mit dem Titel „Method and device for detecting adjacent channel interference in a transmission signal“. Eine Auswertung der Autokorrelationseigenschaften des Störsignals liefert jedoch kein zuverlässiges Unterscheidungskriterium bei Gleichkanalstörern, da bei realen Übertragungssystemen die zur Verfügung stehende Kanalbandbreite im allgemeinen weitestgehend genutzt wird, so dass die Autokorrellierte eines Gleichkanal-Störsignals innerhalb der Bandbreite des betrachteten Kanals der von additiven weißem Rauschen sehr ähnlich ist.

Eine prinzipiell ähnliche Problematik ergibt sich bei der Erkennung von Gleich- und/oder Nachbarkanalstörern durch spektrale Analyse des Empfangssignals (4). Während ein solches Verfahren gut geeignet ist, um Nachbarkanalstörer zu erkennen, ist eine zuverlässige Detektion von Gleichkanalstörern mit dieser Methode nicht

möglich, da Nutzsignal und Gleichkanalstörsignale i.d.R. ein gleiches oder sehr ähnliches Langzeitspektrum aufweisen und damit das Frequenzspektrum des Empfangssignals kein hinreichendes Unterscheidungskriterium darstellt. Folglich besteht bei allen genannten Verfahren eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass ein vorhandener Gleichkanalstörer fälschlicherweise nicht erkannt wird oder ein vorhandenes weißes Rauschen fälschlicherweise als Gleichkanalstörer interpretiert wird.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Möglichkeit der Detektion eines Störers aufzuzeigen, mit welcher insbesondere auch Gleichkanalstörer wesentlich zuverlässiger erkannt werden und welche bei TDMA Übertragungssystemen eine zeitschlitzbasierte Erkennung ermöglicht. Hierbei seien folgende Randbedingungen als erfüllt vorausgesetzt:

- es kommt ein (zumindest näherungsweise) lineares Modulationsverfahren zum Einsatz wie z.B. QAM (Quadrature Amplitude Modulation), PSK (Phase-Shift Keying) oder GMSK (Gaussian Minimum-Shift Keying), wobei letzteres Modulationsverfahren durch gefilterte BPSK (Binary Phase-Shift Keying) approximiert werden kann,
- das Empfangssignal steht als sogenanntes äquivalentes komplexes Basisbandsignal zur Verfügung,
- die erste Nyquistbedingung ist nicht notwendigerweise erfüllt (d.h. es liegen möglicherweise Intersymbolinterferenzen vor),
- es ist kein besonderes Vorwissen über den Übertragungskanal nötig; es wird nur das Senden einer im Empfänger bekannten Trainingssequenz zur empfangsseitigen Schätzung der Kanalimpulsantwort vorausgesetzt,
- das im Empfänger vorhandene Grundrauschen (thermisches Rauschen, Verstärkerrauschen, Quantisierungsrauschen etc.) ist näherungsweise konstant oder jedenfalls in guter Näherung schätzbar.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen von Patentanspruch 8.

Die Erfindung basiert prinzipiell darauf,

- (1) aus dem Empfangssignal geeignete Merkmale abzuleiten, insbesondere
 - einen Schätzwert für die Leistung des empfangenen Signals P_{RX} , sowie
 - einen Schätzwert für das Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis (SINR); und
- (2) diese Merkmale einer Vorrichtung zuzuführen, die anhand derer eine Entscheidung über den Störtyp trifft und dabei eine geringstmögliche Fehler-rate liefert.

Die Hauptanwendung der vorliegenden Erfindung liegt in der Erkennung einer auf den Übertragungskanal aufgetragenen Gleich- und/oder Nachbarkanalstörung, insbesondere in FDMA-basierten Übertragungssystemen, mit Hilfe von in einem betrachteten Empfangssignal enthaltenen Merkmalen.

Mit dem Verfahren nach der Erfindung ist die zuverlässige Erkennung der Störtypen „Gleich- und/oder Nachbarkanalstörer“ insbesondere in FDMA-basierten digitalen Übertragungssystemen, wie z.B. dem GSM Mobilfunksystem, gewährleistet, so dass nach Erkennen des Vorliegens einer solchen Störung geeignete Maßnahmen in der Empfangseinrichtung, beispielsweise die Unterdrückung der Störung durch insbesondere adaptive Filterung (Interference Cancellation) oder die konstruktive Einbeziehung der Störung in den Entzerrungsprozeß (beispielsweise durch Multi-User-Detektion) ergriffen werden können.

Weiterhin eignet sich das Verfahren besonders bei TDMA Systemen mit blockweiser Datenübertragung, die bei den meisten Mobilfunkstandards (z.B. GSM) eingesetzt wird. Hier ist aufgrund der sich innerhalb weniger Blöcke stark ändernden Eigenschaften des Übertragungskanals (z.B. durch den Einsatz von Frequenzsprungverfahren, *frequency hopping*) eine blockbasierte Schätzung des Störtyps von großem Vorteil.

Damit ermöglicht die Erfindung eine erhebliche Steigerung der Leistungsfähigkeit des Empfängers bezüglich der Rückgewinnung der gesendeten Daten. Dies gilt insbe-

sondere für die Übertragung in Anwesenheit eines starken Gleich- und/oder Nachbarkanalstörers.

Bei einer besonders bevorzugten Variante wird weiterhin ein Schätzwert für das Signal-zu-Rausch-plus-Restinterferenz-Verhältnis ermittelt, wobei der Entscheidungsvorrichtung auch dieser Schätzwert zugeführt wird. Dadurch lässt sich eine noch präzisere Bestimmung des mindestens einen dominanten Störtyps vornehmen.

Besonders bevorzugt wird bei der Ermittlung des Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-plus-Restinterferenz-Verhältnis zumindest eine Maßnahme zur Interferenzreduktion, insbesondere zur Interferenzunterdrückung, auf das empfangene Signal angewandt. Dadurch lässt sich die Aussagekraft des Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-plus-Restinterferenz-Verhältnis gemeinsam mit dem Schätzwert für das Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis deutlich anheben und eine verbesserte Entscheidungsqualität erzielen.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung wird als weiterer Schritt eine Entzerrung des empfangenen Signals auf der Basis des in Schritt b) ermittelten mindestens einen dominanten Störtyps durchgeführt.

Üblicherweise werden in einem realen Digitalübertragungssystem die Daten von zweierlei Störtypen gestört, und zwar durch Rauschen einerseits und Gleichkanal- und/oder Nachbarkanal-Interferenz andererseits. Der Schätzwert für die Leistung des empfangenen Signals lässt Rückschlüsse auf das Rauschen zu, während die beiden anderen Schätzwerte Rückschlüsse auf die Gleichkanal- und/oder Nachbarkanalinterferenz gestatten.

Bei Vorliegen mehrerer Empfangssignale (Antennendiversität) werden bevorzugt die Schätzschritte und die Bestimmung des mindestens einen dominanten Störtyps in der Entscheidungsvorrichtung für jedes Teil-Empfangssignal durchgeführt. Bevorzugt wird auch weiterhin die Entzerrung des empfangenen Signals auf der Basis des mindestens einen als dominant ermittelten Störtyps für jedes Teilempfangssignal separat durchgeführt. Durch diese Maßnahme lassen sich die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Antennendiversität maximieren.

Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung einen Halbleiterbaustein, in dem das erfindungsgemäße Verfahren abgelegt ist.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen können den Unteransprüchen entnommen werden. Im nachfolgenden werden nunmehr Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben: Es zeigen:

- Fig. 1 In Blockschaltdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung ohne Antennendiversität;
- Fig. 2 In Blockschaltdarstellung ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung ohne Antennendiversität;
- Fig. 3 In schematischer Darstellung ein zeitdiskretes Blockschaltdarstellung einer digitalen Übertragung;
- Fig. 4 In schematischer Darstellung einen von den Merkmalen ($\text{SINR}_{\text{est}}, \hat{P}_{\text{RX}}$) aufgespannten Raum mit beispielhaft eingetragenen Wertepaaren sowie zwei möglichen Entscheidungsgrenzen;
- Fig. 5 In schematischer Darstellung einen weiteren von den Merkmalen ($\text{SINR}_{\text{est}}, \hat{P}_{\text{RX}}$) aufgespannten Raum mit beispielhaft eingetragenen Wertepaaren sowie einer Entscheidungsgrenze; und
- Fig. 6 In Blockschaltdarstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel mit N-facher Antennendiversität;

Im folgenden werden für gleiche und gleichwirkende Elemente der verschiedenen Ausführungsbeispiele durchweg gleiche Bezugszeichen verwendet. Mit Bezug auf Figur 1 besteht das Grundprinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens in einer ersten einfachen Ausführungsform darin, in einem Block 10 einen Schätzwert für die Größe „Signal-zu-Interferenz-plus-Rausch-Verhältnis (SINR)“ sowie in einem Block 12 einen Schätzwert für die Leistung P_{RX} des Empfangssignals zu ermitteln und einer Entscheidungseinheit 14 zuzuführen, welche aus diesen beiden Merkmalen eine Entscheidung bzgl. dem Vorhandensein einer Gleich- und/oder Nachbarkanalstörung trifft.

In einer weiteren, in Figur 2 schematisch dargestellten Ausführungsform wird als dritte Größe im Block 16 ein Schätzwert für die Größe „Signal-zu-Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis“ (signal-to-residual-interference-plus-noise, SRINR) in die Entscheidungsfindung mit einbezogen (siehe Figur 2), wobei optional vor dieser Schätzung im Block 18 eine Interferenzunterdrückung durchgeführt wird.

Im folgenden wird zunächst die Bedeutung der genannten Schätzwerte im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung erläutert.

Schätzwert für die Leistung des Empfangssignals (Block 12)

Jedes Empfangssignal eines realen Übertragungssystems weist Rauschkomponenten auf, die durch thermisches Rauschen des Empfängers sowie evtl. einer Empfangsvorrichtung (z.B. Antenne) bedingt sind. Somit besitzt der Empfänger ein Grundrauschen, welches in erster Näherung innerhalb der nutzbaren Bandbreite des betrachteten Übertragungskanals einem additiven weißen, gaußverteilten Rauschen (AWGN) entspricht. Für das erfindungsgemäße Verfahren muß diese Annahme über die Art des Empfängerrauschens insbesondere hinsichtlich der spektralen Eigenschaften nur näherungsweise erfüllt sein. Wird ein Nutzsignal mit der Leistung P_{useful} ohne auf dem Übertragungskanal, z.B. durch andere Teilnehmer, aufgebrachte Störsignale empfangen, so hängt das sich einstellende momentane Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) des Empfangssignals im wesentlichen von seiner Empfangsleistung P_{RX} ab. Es gilt somit unter der Annahme, dass das Rauschsignal additiv und unkorreliert zum Empfangssignal ist :

$$\text{SNR} = \frac{P_{\text{useful}}}{P_{\text{noise}}} = \frac{P_{\text{RX}} - P_{\text{noise}}}{P_{\text{noise}}} \quad (1)$$

womit sich ergibt

$$\text{SNR} = \frac{P_{\text{RX}}}{P_{\text{noise}}} - 1 \quad (2)$$

Es darf in den meisten realen Übertragungssystemen davon ausgegangen werden, dass das Empfängerrauschen mit der Leistung P_{noise} zumindest in guter Näherung bekannt ist. Mit der Kenntnis der Leistung des Empfangssignals liegt somit die Möglichkeit vor, das Signal-zu-Rausch-Verhältnis für den Fall zu bestimmen, dass keine weitere Störung, z.B. durch Gleich- und/oder Nachbarkanalstörer, vorliegt. In realen Systemen sind in obiger Gleichung die tatsächlichen (exakten) Werte der Variablen durch ihre Schätzwerte zu ersetzen.

$$\text{SNR}_{\text{est}} = \frac{\hat{P}_{\text{RX}}}{\hat{P}_{\text{noise}}} - 1 \quad (3)$$

Es existieren entsprechend dem Stand der Technik zahlreiche dem Fachmann bekannten Vorrichtungen und Verfahren zur Schätzung der Leistung von Empfangssignalen, welche nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind. Beim Vorliegen des Signals in Form von zeitdiskreten Abtastwerten kann die Leistung des Signals z.B. über eine Bestimmung der Varianz der betrachteten Signalsequenz geschätzt werden.

Schätzwert für das Signal-zu-Interferenz-plus-Rausch-Verhältnis (SINR) (Block 10)

Im folgenden wird ein für diesen Zweck bevorzugtes, nach dem Stand der Technik übliches und dem Fachmann bekanntes Verfahren zur Schätzung des Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnisses (SINR) skizziert:

Eine Übertragung mit Pulsamplitudenmodulation (PAM) über einen verzerrenden Kanal, der Intersymbolinterferenzen (ISI) erzeugt, kann bekanntlich zeitdiskret gemäß Figur 3 modelliert werden. Die im Sendesymboltakt $1/T$ abgetasteten Empfangssignale ergeben sich als durch Störung beeinträchtigte Faltung der PAM-Sendesequenz $a[k]$ mit der Impulsantwort $h[k]$, siehe Block 20 in Figur 3, des Kanals, deren Länge mit L bezeichnet wird:

$$r[k] = \sum_{\kappa=0}^{L-1} h[\kappa] a[k - \kappa] + n[k], \quad (4)$$

Je nach verwendetem Modulationsverfahren sind die Amplitudenkoeffizienten $a[k]$ und die Kanalimpulsantworten $h[k]$ entweder rein reell, rein imaginär oder komplex. Durch PAM-Signale können z.B. auch binäre CPM- (Continuous Phase Modulation) Verfahren näherungsweise beschrieben werden, wie in P.A. Laurent „Exact and approximate construction of digital phase modulations by superposition of amplitude modulated pulses (AMP)“, IEEE Trans. on Commun., COM 34, 150-160, 1986 beschrieben, die aufgrund ihrer Bandbreiteneffizienz und ihres geringen Spitzenwertfaktors oft in der Mobilkommunikation, wie z.B. beim GSM-System, eingesetzt werden. Es wird bei den Amplitudenkoeffizienten $a[k]$ davon ausgegangen, dass sie im Empfänger a-priori bekannt sind (sogenannte Pilot- oder Trainingssymbole).

Die zeitdiskrete Störung $n[k]$ besteht aus zwei Komponenten:

$$n[k] = n_{\text{AWGN}}[k] + n_{\text{INT}}[k] \quad (5)$$

wobei $n_{\text{AWGN}}[k]$ den AWGN-Anteil symbolisiert, der mittelwertfrei, gaußverteilt und weiß ist (letzteres ist bei Verwendung eines Whitened-Matched-Filters, wie beschrieben in G.D. Forney, Jr. „Maximum-Likelihood Sequence Estimation of Digital Sequences in the Presence of Intersymbol Interference“, IEEE Transactions on Information Theory, IT-18, 363-378, May 1972, oder eines allgemeinen Wurzel-Nyquist-Filters als zeitkontinuierliches Empfängereingangsfilters vor der Abtastung gegeben. Die Störung durch $n_{\text{AWGN}}[k]$ ist somit physikalisch hauptsächlich auf das oben beschriebene thermische Rauschen in der Empfängereingangsstufe zurückzuführen. $n_{\text{INT}}[k]$ stellt die potentielle Störung durch Interferenzsignale dar.

Nun erfolgt zunächst im Empfänger auf Basis der bekannten Symbole $a[k]$ eine Schätzung der Kanalimpulsantwort $\hat{h}[k]$, wofür gemäß dem Stand der Technik verschiedene Verfahren zum Einsatz kommen können, die dem Fachmann bekannt und nicht Gegenstand der Erfindung sind (z.B. beschrieben in S.N. Crozier, D.D. Falconer, and S.A. Mahmoud, „Least sum of squared errors (lsse) channel estimation“, IEE Proceedings-F, 138:371-378, August 1991).

Anschließend erfolgt basierend auf dem Schätzwert der Kanallimpulsantwort eine Schätzung $\hat{s}[k]$ des Störanteils, bestehend aus Rauschantellen und ggf. Interferenzanteilen, gemäß

$$\hat{s}[k] = \hat{n}_{\text{AWGN}}[k] + \hat{n}_{\text{INT}}[k] = r[k] - \sum_{\kappa=0}^{L-1} \hat{h}[\kappa] \cdot a[k - \kappa]. \quad (6)$$

Gemäß Gleichung 6 wird vom Empfangssignal der geschätzte Nutzsignalanteil subtrahiert und das Ergebnis als Störsignal interpretiert.

Für das geschätzte Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis SINR_{est} gilt somit:

$$\text{SINR}_{\text{est}} = \frac{\hat{P}_{\text{useful}}}{\hat{P}_{\text{noise}} + \hat{P}_{\text{INT}}} = \frac{\sum_{\kappa=0}^{L-1} |\hat{h}[\kappa]|^2}{\frac{1}{M} \sum_{\mu=0}^{M-1} |\hat{s}[\mu]|^2} \quad (7)$$

wobei M der Anzahl der der Schätzung zugrunde liegenden diskreten Werte des geschätzten Störsignals entspricht.

Das genaue Verfahren zur Bestimmung des geschätzten Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnisses SINR_{est} ist nicht Bestandteil der Erfindung, so dass auch andere Verfahren als das oben beschriebene zum Einsatz kommen können.

Funktionsweise des Entscheiders (Block 14)

Im Folgenden wird die Funktionsweise des Entscheiders (14) an einem einfachen Beispiel skizziert. Zunächst sei angenommen, dass im Empfangssignal außer thermisch bedingtem Empfängerrauschen keine weitere Störung (z.B. durch Störsignale anderer Teilnehmer) vorliegt.

Für diesen Fall entspricht der gemäß Gleichung 7 bestimmte Wert des Signal-zu-Interferenz-plus-Rausch-Verhältnisses SINR per definitionem dem Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR), d.h. es gilt:

$$\text{SINR} = \text{SNR}. \quad (8)$$

Mit Gleichung 3 ergibt sich nunmehr

$$\text{SINR}_{\text{est}} \approx \text{SNR}_{\text{est}} = \frac{\hat{P}_{\text{RX}}}{\hat{P}_{\text{noise}}} + 1. \quad (9)$$

Unter der Annahme $\hat{P}_{\text{RX}} / \hat{P}_{\text{noise}} \gg 1$ ist damit ein näherungsweise linearer Zusammenhang zwischen dem Schätzwert für die Leistung des Empfangssignals \hat{P}_{RX} und dem gemäß Gleichung 7 bestimmten Schätzwert SINR_{est} beschrieben. Dieser Sachverhalt ist in Figur 4 skizziert.

Liegt hingegen zusätzlich zum thermisch bedingten Empfängerrauschen eine additive und zum Nutzsignal und zum Rauschen unkorrelierte Störung durch Interferenzsignale vor, so ist die in Gleichung 8 beschriebene Identität nicht einmal mehr näherungsweise erfüllt. Bei Vorliegen eines solchen Störsignals und einem gleichzeitig relativ hohen Eingangspegel gilt beispielsweise

$$\text{SINR} = \frac{P_{\text{useful}}}{P_{\text{noise}} + P_{\text{INT}}} = \frac{P_{\text{RX}} - P_{\text{noise}} - P_{\text{INT}}}{P_{\text{noise}} + P_{\text{INT}}} \ll \text{SNR} \quad (10)$$

und damit für die Schätzwerte

$$\text{SINR}_{\text{est}} \ll \frac{\hat{P}_{\text{RX}}}{\hat{P}_{\text{noise}}} + 1 \quad (11)$$

Damit liegen für diesen Fall eines vorhandenen Störsignals die Wertepaare mit den Schätzwerten $(\text{SINR}_{\text{est}}, \hat{P}_{\text{RX}})$ im Mittel bezüglich der Ordinate SINR_{est} unterhalb der durch Gleichung 9 beschriebenen Funktion (siehe Figur 4).

Bestimmung der Entscheidungsgrenze

Bezüglich der Entscheidung über das Vorliegen einer Störung durch Gleich- und/oder Nachbarkanalstörung sind neben der angestrebten fehlerfreien Erkennung grundsätzlich zwei Arten von fehlerhaften Entscheidungen möglich:

- Es liegt im Empfangssignal eine solche Störung vor, die fälschlicherweise nicht erkannt wird (Fehler erster Art)
- Es liegt *keine* solche Störung im Empfangssignal vor, dennoch wird fälschlicherweise auf das Vorliegen einer solchen Störung entschieden (Fehler zweiter Art).

In einem realen Übertragungssystem wird im allgemeinen eine völlig fehlerfreie Erkennung in der Regel nicht möglich sein. Es ist daher die Aufgabe des Entscheiders, die oben erwähnten und zum Teil systembedingt unvermeidlichen Fehlentscheidungen zu minimieren. Dabei kann es zur Optimierung der Leistungsfähigkeit des gesamten Übertragungssystems nötig sein, eine der beiden Fehlerarten unterhalb einer wählbaren Wahrscheinlichkeit zu halten, während das andere Fehlerereignis mit einer deutlich größeren Wahrscheinlichkeit behaftet sein kann (asymmetrische Verteilung der Fehlerereignisse).

Für das oben beschriebene einfache Ausführungsbeispiel mit zwei Merkmalen liegen die Wertepaare der Entscheider-Eingangsvariablen $(\text{SINR}_{\text{est}}, \hat{P}_{\text{RX}})$ in einem zweidimensionalen Raum (Ebene). Aufgabe des Entscheiders ist es insbesondere, diesen Raum in Entscheidungsbereiche zu unterteilen, die dem Vorhandensein bzw. dem Fehlen eines Gleich- und/oder Nachbarkanalstörers entsprechen. Im vorliegenden einfachen Ausführungsbeispiel, veranschaulicht durch Figur 1 und Figur 4, kann eine Separation des Raumes in zwei Bereiche z.B. durch eine abschnittsweise lineare Funktion erfolgen. Gemäß der in Figur 4 beispielhaft dargestellten Verteilung der Wertepaare können zur Trennung der zwei Bereiche jedoch auch andere Funktionen, wie z.B. eine Arcus-Tangens-Funktion, zum Einsatz kommen.

In Figur 5 ist ein ähnlicher Fall beispielhaft dargestellt, in welchem sich die Punktmengen der Wertepaare überlappen, so dass eine vollständige Separation der Bereiche nicht mehr möglich ist.

Anhand der in Figur 4 und Figur 5 dargestellten Beispiele ist erkennbar, dass sich bzgl. der Zuordnung der Wertepaare ($\text{SINR}_{\text{est}}, \hat{P}_{\text{RX}}$) zu den Entscheidungsbereichen keine generell einschränkenden Annahmen treffen lassen. Die Entscheidungsbereiche hängen insbesondere von der genauen Ausführung und den Eigenschaften des betrachteten Übertragungssystems ab. Es können sowohl lineare als auch nichtlineare Funktionen bzw. Relationen zur Abgrenzung der Entscheidungsbereiche voneinander zur Anwendung kommen. Dies schließt ausdrücklich auch nichtlineare Klassifikationsverfahren mit ein, die unter dem Oberbegriff „künstliche neuronale Netze“ bekannt sind. Zudem kann es sich als vorteilhaft erweisen, die Entscheidungsbereiche zeitvariant zu definieren, d.h. diese in Abhängigkeit von weiteren Parametern des Übertragungssystems (z.B. Temperatur) zu variieren, welche die Eigenschaften des Empfängers verändern (z.B. thermisches Rauschen der ersten Verstärkerstufe).

Einbeziehung weiterer Merkmale in den Entscheidungsprozess

Schätzwert für das Signal-zu-Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis (SRINR) (Block 16)

Zur weiteren Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Entscheiders kann in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als weiteres Merkmal das geschätzte „Signal-zu-Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis“ (signal-to-residual-interference-plus-noise, SRINR) in den Entscheidungsprozess mit einbezogen werden. Zur Bestimmung dieses Merkmals werden im Block 18, siehe Figur 2, aus dem Empfangssignal, soweit möglich, die Anteile eines oder mehrerer dominanter Störsignale entfernt. Unter der in realen Systemen oftmals erfüllten Annahme, dass das Nutzsignal und die Störsignale unkorreliert sind, ergibt sich:

$$SRINR = \frac{P_{\text{useful}}}{P_{\text{RI}} + P_{\text{noise}}}, \quad (12)$$

wobei

$$P_{\text{RI}} = P_{\text{RX}} - P_{\text{Nutzsignal}} - P_{\text{domInterf}} - P_{\text{noise}} \quad (13)$$

die Leistung der Restinterferenz (residual interference), d.h. der noch im Empfangssignal verbliebenen, nicht unterdrückten bzw. entfernten Störanteile darstellt.

Die Bestimmung des Merkmals SRINR erfordert somit eine Unterdrückung dominanter Störsignalanteile mit der Leistung $P_{\text{domInterf}}$ bzw. die Kenntnis deren Größe (siehe Figur 2). Dies ist zwar nicht Gegenstand des erfindungsgemäßen Verfahrens, dennoch sei ein bevorzugter Ansatz hierzu im folgenden grob skizziert:

Eine Möglichkeit zur Schätzung des SRINR besteht darin, unter der Hypothese, dass eine Störung durch Gleich- und/oder Nachbarkanalstörer vorliegt, eine Interferenzunterdrückung durchzuführen. Hierzu könnten vorteilhafterweise z.B. Verfahren nach der Lehre der EP 1 221 780 zur Anwendung kommen. Dadurch wird aus dem Empfangssignal ein eventuell vorhandenes dominantes Störsignal entfernt, so dass außer dem Rauschleistungsanteil mit der Leistung P_{noise} nur noch ein nicht unterdrückter Restinterferenzanteil mit der Leistung P_{RI} verbleibt. Nach Durchführung der Interferenzunterdrückung liefert ein Ansatz z.B. nach Gleichung 7 daher den gewünschten Schätzwert $SRINR_{\text{est}}$. Es ist offensichtlich, dass bei Vorhandensein eines dominanten Störers und dessen erfolgreicher Unterdrückung der Wert des Signal-zu-Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis ($SRINR_{\text{est}}$) erwartungsgemäß deutlich von dem Wert des Signal-zu-Interferenz-plus-Rausch-Verhältnisses ($SINR_{\text{est}}$) abweichen wird. Für den Fall, dass kein Störsignal im Empfangssignal enthalten ist, wird eine Interferenzunterdrückung erfolglos sein, so dass sich für beide Größen ähnliche Werte erwarten lassen. Damit wird deutlich, dass das genannte Merkmal (Signal-zu-

Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis) eine weitere relevante Größe für den Entscheider darstellen kann.

Realisierung des Entscheiders mit drei oder mehr Eingangsmerkmalen

Bei Einbeziehung von drei oder mehr Merkmalen in den Entscheidungsvorgang wird von diesen Merkmalen ein drei- bzw. höherdimensionaler Raum aufgespannt, der vom Entscheider ebenso wie im Falle zweier Merkmale in Entscheidungsbereiche aufgeteilt wird. Die Wahl der Entscheidungsbereiche und damit die entsprechende, im allgemeinen nichtlineare Abbildungsfunktion erfolgt in Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Übertragungssystem. Für den Fall von drei Entscheidungsmerkmalen ist eine mögliche bevorzugte Ausführungsform, die Abgrenzung der Teilbereiche durch Ebenenstücke durchzuführen (bereichsweise lineare Separation). Die Grenzen der Entscheidungsbereiche können jedoch ebenso durch geeignete nichtlineare Abbildungen beschrieben werden. Ebenso wie im zweidimensionalen Fall können hier künstliche neuronale Netze zum Einsatz kommen.

Anwendung bei Antennendiversität

Liegt im Empfänger (z.B. einem Mobilfunkempfänger) N-fache Antennendiversität vor, so können, wie in Figur 6 auf der Basis der in Figur 1 gezeigten einfachen Ausführungsform schematisch dargestellt, für jedes der N unterschiedlichen Empfangssignale individuell die oben beschriebenen Merkmale (Blöcke 10a bis 10x und Blöcke 12a bis 12x) gewonnen werden und einer gemeinsamen Entscheidungseinheit 14 zugeführt werden. Dieser Entscheider 14 trifft dann anhand der genannten Merkmale eine Entscheidung über das Vorliegen einer Gleich- und/oder Nachbarkanalstörung. Die Erweiterung auf mehr als zwei Merkmale ist entsprechend.

Liste der verwendeten Formelzeichen:

SNR	Signal-zu-Rausch-Verhältnis
SNR_{est}	geschätztes Signal-zu-Rausch-Verhältnis

SINR	Signal-zu-Interferenz-plus-Rausch-Verhältnis
SINR_{est}	geschätztes Signal-zu-Interferenz-plus-Rausch-Verhältnis
SRINR	Signal-zu-Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis
SRINR_{est}	geschätztes Signal-zu-Restinterferenz-plus-Rausch-Verhältnis
a[k]	Amplitudenkoeffizienten der Sende bzw. Trainingssymbole
r[k]	zeitdiskretes Empfangssignal
r_i[k]	zeitdiskretes Empfangssignal des i-ten Kanales bei Antennendiversität
n[k]	zeitdiskreter Störanteil (Gesamtstörung)
n_{AWGN}[k]	zeitdiskreter, durch additives Rauschen verursachter Störanteil
n_{INT}[k]	zeitdiskreter, durch Interferenz verursachter Störanteil
$\hat{s}[k]$	geschätzte Folge des Störanteils im zeitdiskreten Empfangssignal
h[k]	Kanalimpulsantwort des Nutzsignals
$\hat{h}[k]$	geschätzte zeitdiskrete Kanalimpulsantwort des Nutzsignals
L:	Anzahl der Koeffizienten der Impulsantwort $\hat{h}[k]$
T	Sendesymbolintervall
M	Länge der ausgewerteten Empfangssequenz
N	Anzahl der Empfangsantennen
P_{RI}	Leistung der Restinterferenz (nach Störunterdrückung)
P_{RX}	Leistung des Empfangssignals
\hat{P}_{RX}	geschätzte Leistung des Empfangssignals
P_{useful}	Leistung des Nutzsignalanteils im Empfangssignal
\hat{P}_{useful}	geschätzte Leistung des Nutzsignalanteils im Empfangssignal
P_{domInterf}	Leistung des dominanten Störanteils, der durch geeignete Interferenzunterdrückung entfernt werden konnte
P_{noise}	Leistung des Rauschantails im Empfangssignal

\hat{P}_{noise}	geschätzte Leistung des Rauschantells im Empfangssignal
P_{INT}	Leistung des Interferenzanteils im Empfangssignal
\hat{P}_{INT}	geschätzte Leistung des Interferenzanteils im Empfangssignal

Patentansprüche

1. Verfahren zur digitalen Übertragung von Daten, wobei die Übertragung durch Modulation einer Trägerfrequenz erfolgt und durch mindestens zwei unterschiedliche Typen von Störungen gestört wird, auf der Empfängerseite folgende Schritte umfassend:
 - a1) Ermitteln eines Schätzwerts für die Leistung des empfangenen Signals;
 - a2) Ermitteln eines Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis des empfangenen Signals;
 - b) Zuführen zumindest der in den Schritten a1) und a2) ermittelten Schätzwerte an eine Entscheidungsvorrichtung, die anhand mindestens eines vorgebbaren Entscheidungskriteriums mindestens einen dominanten Störtyp bestimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:
 - a3) Ermitteln eines Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-plus-Restinterferenz-Verhältnis,wobei in Schritt b) auch der in Schritt a3) ermittelte Schätzwert der Entscheidungsvorrichtung zugeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass vor Schritt a3) zumindest eine Maßnahme zur Interferenzreduktion, insbesondere zur Interferenzunterdrückung, auf das empfangene Signal angewandt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:
 - c) Entzerren des empfangenen Signals auf der Basis des in Schritt b) ermittelten mindestens einen dominanten Störtyps.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung durch Rauschen einerseits und Gleichkanal- und/oder Nachbarkanal-Interferenz andererseits gestört ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Vorliegen von Antennendiversität zumindest die Schritte a1), a2) und b) oder die Schritte a1), a2), a3) und b) für jedes Teil-Empfangssignal durchgeführt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass weiterhin der Schritt c) für jedes Teil-Empfangssignal durchgeführt wird.
8. Vorrichtung zum Empfang digital, durch Modulation einer Trägerfrequenz übertragener Daten, umfassend:
 - eine Vorrichtung (12) zur Ermittlung eines Schätzwerts für die Leistung des empfangenen Signals;
 - eine Vorrichtung (10) zur Ermittlung eines Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis des empfangenen Signals; und
 - eine Entscheidungsvorrichtung (14), die an die Vorrichtung (12) zur Ermittlung eines Schätzwerts für die Leistung und an die Vorrichtung (10) zur Ermittlung eines Schätzwerts für das Signal-zu-Rausch-plus-Interferenz-Verhältnis gekoppelt ist und ausgelegt ist, auf der Basis der ermittelten Schätzwerte anhand mindestens eines vorgebbaren Entscheidungskriteriums mindestens einen dominanten Störtyp zu ermitteln.
9. Halbleiterbaustein, in dem das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 abgelegt ist.

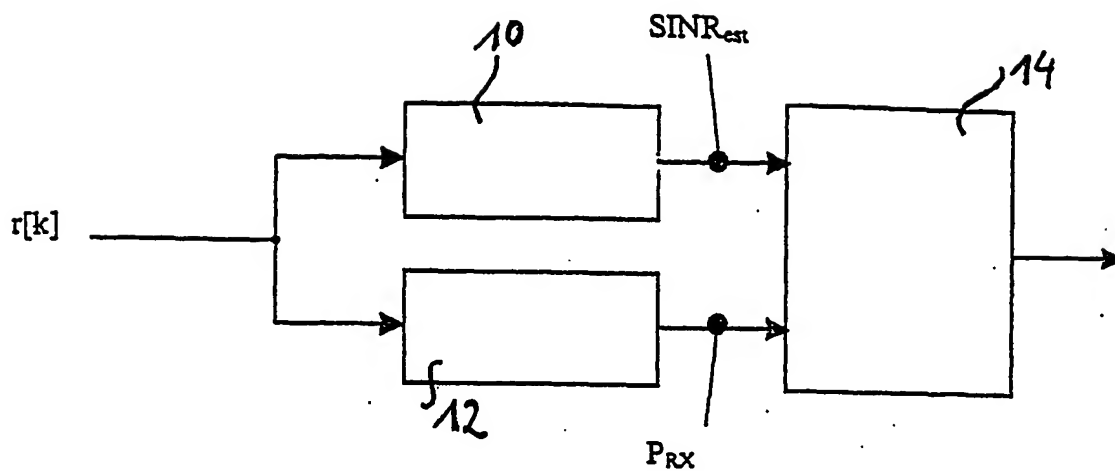


FIG.1

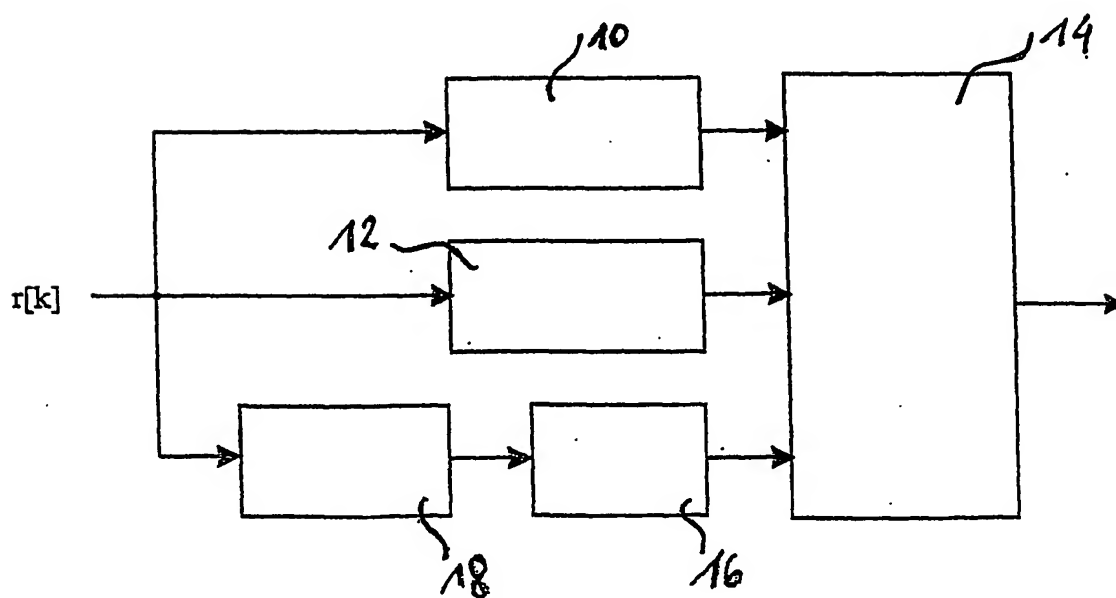


FIG.2

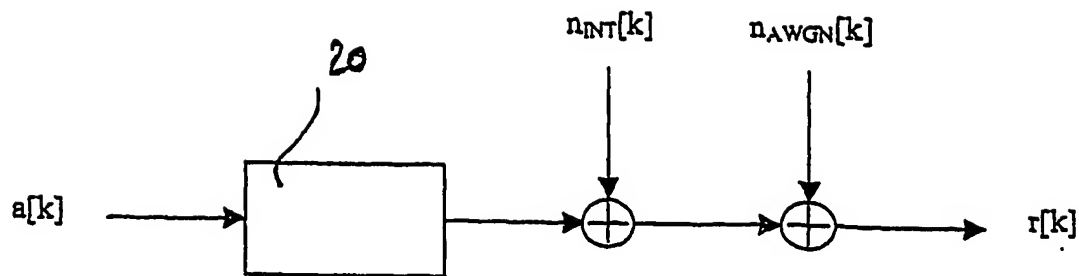


FIG.3

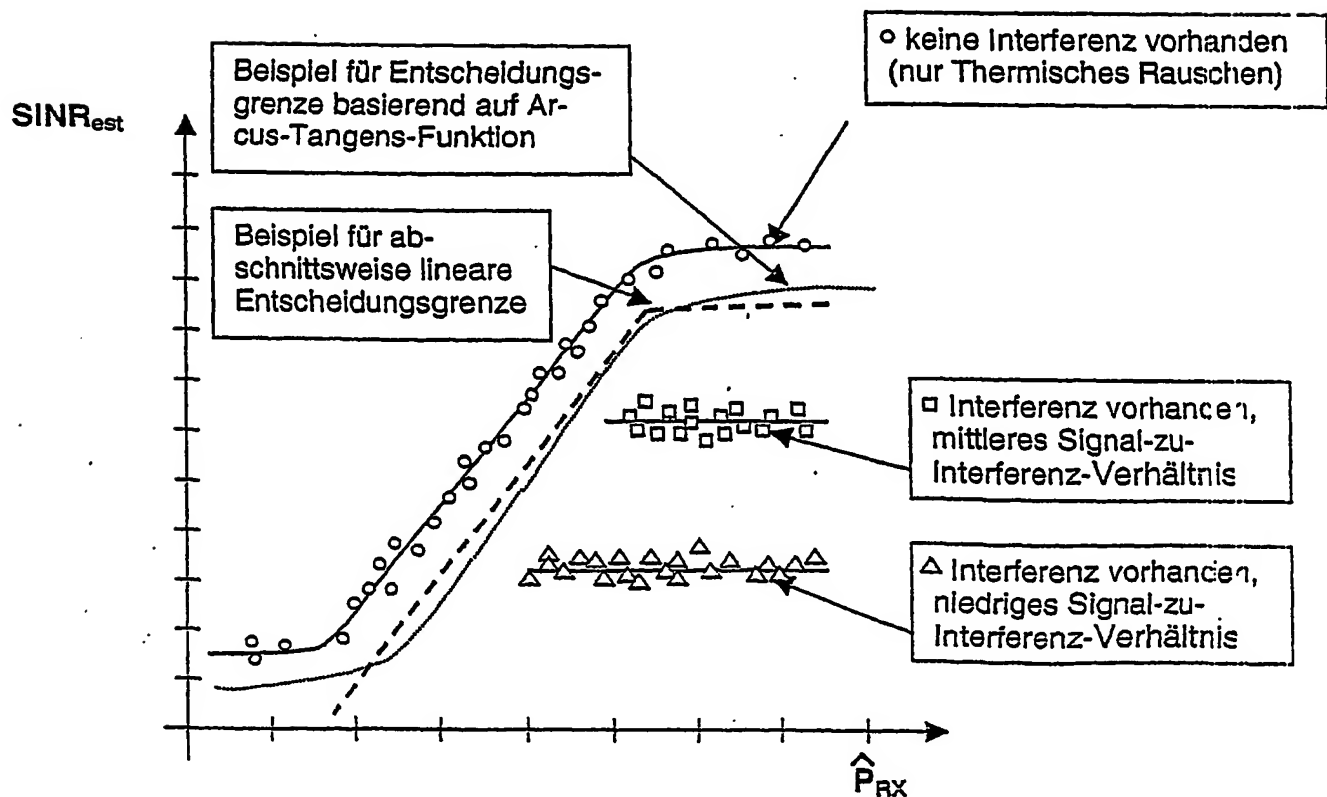


FIG.4

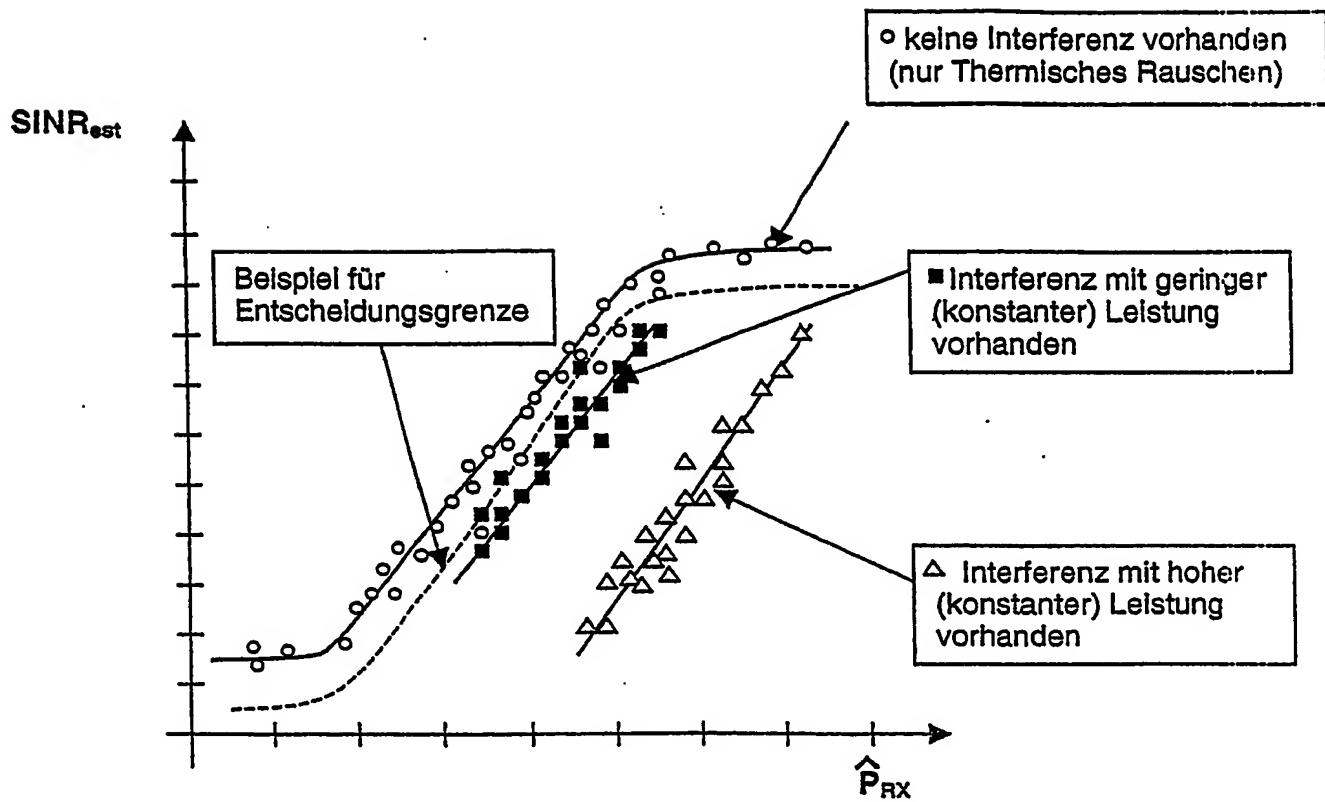


FIG.5

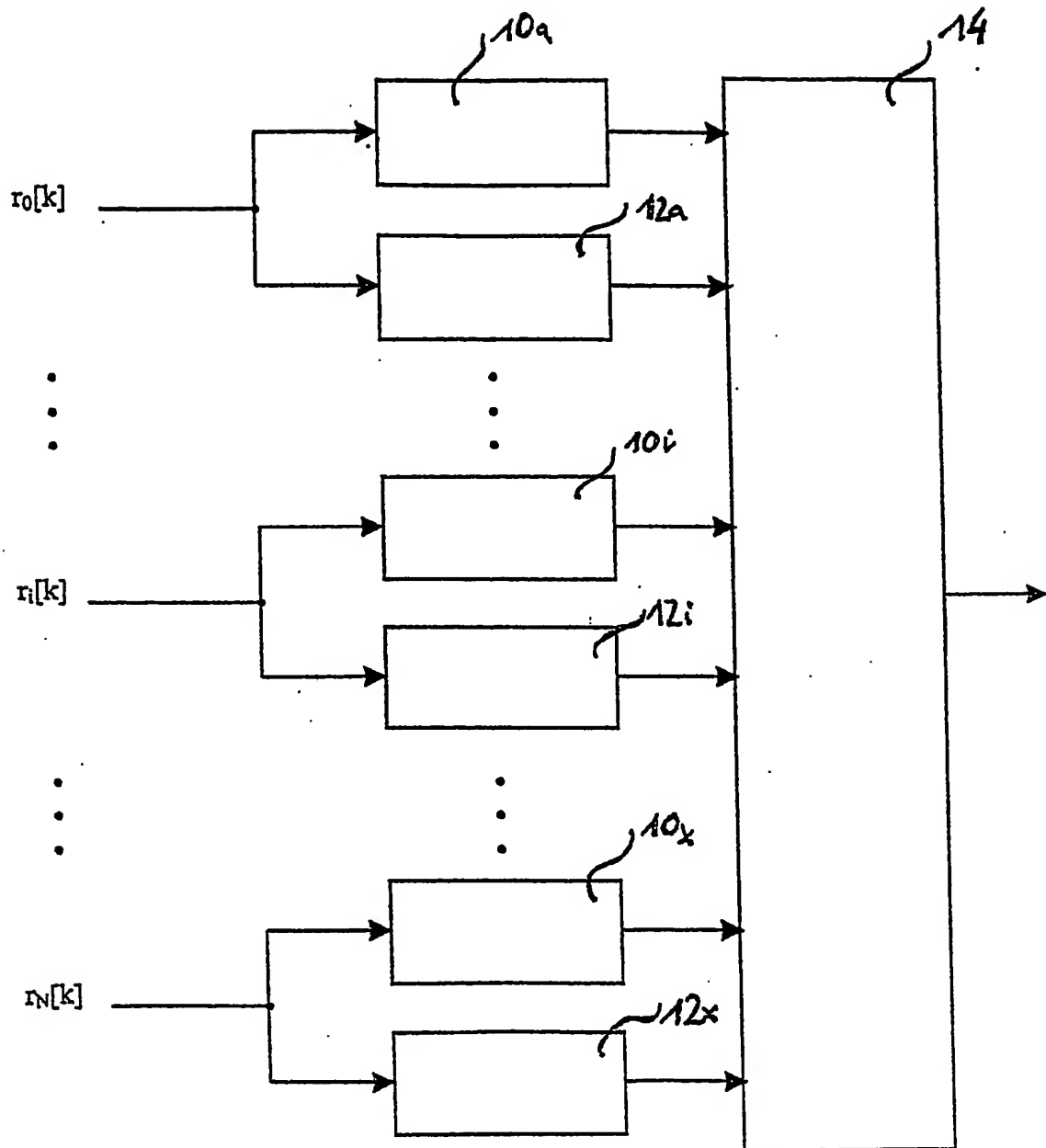


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/008199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L1/20 H04L25/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>US 2002/137485 A1 (NILSSON JOHAN ET AL) 26 September 2002 (2002-09-26) page 1, column 1, paragraph 4 - paragraph 8 page 1, column 2, paragraph 12 - paragraph 13 page 2, column 2, paragraph 28 - paragraph 29 page 2, column 2, paragraph 32 - page 3, column 1, line 6 page 4, column 1, line 1 - line 5 claims 1,2,10</p> <p style="text-align: center;">----- -/-</p>	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 September 2004

Date of mailing of the international search report

08/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moreno, M

Best Available Copy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/008199

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 131 013 A (CHUPRUN JEFFREY SCOTT ET AL) 10 October 2000 (2000-10-10) column 2, line 35 - line 48 column 3, line 43 - line 60 column 5, line 45 - line 61 figure 21	1-9
A	US 6 333 953 B1 (BOTTOMLEY GREGORY E ET AL) 25 December 2001 (2001-12-25) column 4, line 59 - column 5, line 18 figure 3	1,4,8
A	US 5 933 768 A (HOOK MIKAEL ET AL) 3 August 1999 (1999-08-03) column 3, line 45 - line 67 column 4, line 24 - line 40 figure 6	2,3
A	WO 02/084892 A (MOLNAR KARL JAMES ;DENT PAUL W (US); ERICSSON INC (US)) 24 October 2002 (2002-10-24) page 7, line 1 - line 7 page 8, line 7 - line 13 page 11, line 7 - line 11 page 12, line 17 - line 22	1,5,8
A	US 2003/095614 A1 (CHIZAT ROMAIN) 22 May 2003 (2003-05-22) page 2, column 2, paragraph 3 page 3, column 1, paragraph 3	1,3-5,8
A	POUTTU A ET AL: "Method selection diversity approach to interference suppression" 2002 IEEE SEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPREAD SPECTRUM TECHNIQUES AND APPLICATIONS, vol. 2, 2 September 2001 (2001-09-02), - 5 September 2001 (2001-09-05) pages 623-627, XP002270678 IEEE, Piscataway, NJ,, USA ISBN: 0-7803-7627-7 figure 1 page 625, column 2, paragraph 2 - last paragraph	1-3,5,8
A	AUSTIN M D ET AL: "IN-SERVICE SIGNAL QUALITY ESTIMATION FOR TDMA CELLULAR SYSTEMS" WIRELESS PERSONAL COMMUNICATIONS,, vol. 2, 1995, pages 245-254, XP001078920 KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, NL ISSN: 0929-6212 cited in the application page 253, paragraph 1	1-9

Rest Available Copy

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International Application No
 PCT/EP2004/008199

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 2002137485	A1	26-09-2002	EP	1221777 A1	10-07-2002
			AU	3722602 A	01-07-2002
			WO	0251044 A1	27-06-2002
US 6131013	A	10-10-2000	CA	2317611 A1	05-08-1999
			DE	19982801 T0	29-03-2001
			FI	20001673 A	14-07-2000
			GB	2350040 A ,B	15-11-2000
			JP	2002502175 T	22-01-2002
			SE	0002225 A	29-09-2000
			WO	9939444 A1	05-08-1999
US 6333953	B1	25-12-2001	AU	747699 B2	16-05-2002
			AU	8276498 A	10-02-1999
			BR	9811283 A	29-08-2000
			CN	1271489 T	25-10-2000
			EE	200000043 A	16-10-2000
			EP	0998805 A1	10-05-2000
			JP	2001510958 T	07-08-2001
			WO	9904537 A1	28-01-1999
US 5933768	A	03-08-1999	AU	6640698 A	18-09-1998
			CA	2282312 A1	03-09-1998
			CN	1135716 B	21-01-2004
			EP	1012991 A1	28-06-2000
			JP	2001513956 T	04-09-2001
			WO	9838750 A1	03-09-1998
WO 02084892	A	24-10-2002	US	2002044614 A1	18-04-2002
			EP	1380116 A1	14-01-2004
			WO	02084892 A1	24-10-2002
US 2003095614	A1	22-05-2003	EP	1313276 A1	21-05-2003
			AT	244968 T	15-07-2003
			DE	50100374 D1	14-08-2003

Rest Available Copy

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008199

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 H04L1/20 H04L25/03

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H04L H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/137485 A1 (NILSSON JOHAN ET AL) 26. September 2002 (2002-09-26) Seite 1, Spalte 1, Absatz 4 - Absatz 8 Seite 1, Spalte 2, Absatz 12 - Absatz 13 Seite 2, Spalte 2, Absatz 28 - Absatz 29 Seite 2, Spalte 2, Absatz 32 - Seite 3, Spalte 1, Zeile 6 Seite 4, Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 5 Ansprüche 1,2,10	1-9
A	US 6 131 013 A (CHUPRUN JEFFREY SCOTT ET AL) 10. Oktober 2000 (2000-10-10) Spalte 2, Zeile 35 - Zeile 48 Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 60 Spalte 5, Zeile 45 - Zeile 61 Abbildung 21	1-9
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. September 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/10/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moreno, M

Rest Available Copy

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008199

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 333 953 B1 (BOTTOMLEY GREGORY E ET AL) 25. Dezember 2001 (2001-12-25) Spalte 4, Zeile 59 - Spalte 5, Zeile 18 Abbildung 3 -----	1,4,8
A	US 5 933 768 A (HOOK MIKAEL ET AL) 3. August 1999 (1999-08-03) Spalte 3, Zeile 45 - Zeile 67 Spalte 4, Zeile 24 - Zeile 40 Abbildung 6 -----	2,3
A	WO 02/084892 A (MOLNAR KARL JAMES ;DENT PAUL W (US); ERICSSON INC (US)) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) Seite 7, Zeile 1 - Zeile 7 Seite 8, Zeile 7 - Zeile 13 Seite 11, Zeile 7 - Zeile 11 Seite 12, Zeile 17 - Zeile 22 -----	1,5,8
A	US 2003/095614 A1 (CHIZAT ROMAIN) 22. Mai 2003 (2003-05-22) Seite 2, Spalte 2, Absatz 3 Seite 3, Spalte 1, Absatz 3 -----	1,3-5,8
A	POUTTU A ET AL: "Method selection diversity approach to interference suppression" 2002 IEEE SEVENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPREAD SPECTRUM TECHNIQUES AND APPLICATIONS, Bd. 2, 2. September 2001 (2001-09-02), - 5. September 2001 (2001-09-05) Seiten 623-627, XP002270678 IEEE, Piscataway, NJ,, USA ISBN: 0-7803-7627-7 Abbildung 1 Seite 625, Spalte 2, Absatz 2 - letzter Absatz -----	1-3,5,8
A	AUSTIN M D ET AL: "IN-SERVICE SIGNAL QUALITY ESTIMATION FOR TDMA CELLULAR SYSTEMS" WIRELESS PERSONAL COMMUNICATIONS,, Bd. 2, 1995, Seiten 245-254, XP001078920 KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, NL ISSN: 0929-6212 in der Anmeldung erwähnt Seite 253, Absatz 1 -----	1-9

Best Available Copy

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008199

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002137485 A1	26-09-2002	EP 1221777 A1 AU 3722602 A WO 0251044 A1	10-07-2002 01-07-2002 27-06-2002
US 6131013 A	10-10-2000	CA 2317611 A1 DE 19982801 T0 FI 20001673 A GB 2350040 A , B JP 2002502175 T SE 0002225 A WO 9939444 A1	05-08-1999 29-03-2001 14-07-2000 15-11-2000 22-01-2002 29-09-2000 05-08-1999
US 6333953 B1	25-12-2001	AU 747699 B2 AU 8276498 A BR 9811283 A CN 1271489 T EE 200000043 A EP 0998805 A1 JP 2001510958 T WO 9904537 A1	16-05-2002 10-02-1999 29-08-2000 25-10-2000 16-10-2000 10-05-2000 07-08-2001 28-01-1999
US 5933768 A	03-08-1999	AU 6640698 A CA 2282312 A1 CN 1135716 B EP 1012991 A1 JP 2001513956 T WO 9838750 A1	18-09-1998 03-09-1998 21-01-2004 28-06-2000 04-09-2001 03-09-1998
WO 02084892 A	24-10-2002	US 2002044614 A1 EP 1380116 A1 WO 02084892 A1	18-04-2002 14-01-2004 24-10-2002
US 2003095614 A1	22-05-2003	EP 1313276 A1 AT 244968 T DE 50100374 D1	21-05-2003 15-07-2003 14-08-2003

Rest Available Copy